

AC

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-224283

(43)Date of publication of application : 19.09.1988

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 62-057230

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 12.03.1987

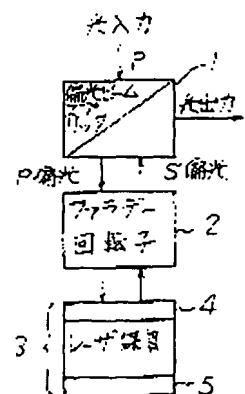
(72)Inventor : MASUDA SHIGEFUMI

## (54) REFLECTION TYPE PHOTO AMPLIFIER

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To increase a light output and reduce the noise level without using an optical isolator, by rotating a polarized light output  $45^\circ$  in the direction of polarization, introducing it into a laser medium provided with a reflecting film on the terminal end, amplifying it, reflecting it and rotating again the direction of polarization  $45^\circ$  to obtain an output.

**CONSTITUTION:** Polarized light P is input to a polarized beam splitter 1, whose light output is made to pass through a Farady rotator 2 to rotate the polarization direction  $45^\circ$ . This light is input to a laser medium 3 provided with a non-reflecting film on an input end and a reflecting film on a terminal end. It is amplified and then reflected by the reflecting film 5. The output light from the input end is again input to the Farady rotator 2 to rotate the polarization direction  $45^\circ$ . This light is again input to the polarization beam splitter 1, and an output light S is obtained as a reflected light. The light by spontaneous radiation in the laser medium 3 is entirely reflected by the reflecting film 5, and output together with a residual reflected light. Therefore, the output light is almost doubled, and so the noise level of an amplifier can be reduced. Further, as the light reciprocates in the laser medium 3 and is subjected to a spontaneous radiation, an expensive isolator of high quality is not required.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>

H 01 S 3/18

識別記号

庁内整理番号

7377-5F

④ 公開 昭和63年(1988)9月19日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑬ 発明の名称 反射形光増幅器

⑰ 特 願 昭62-57230

⑱ 出 願 昭62(1987)3月12日

⑭ 発 明 者 増 田 重 史 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社  
内

⑰ 出 願 人 富 士 通 株 式 会 社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

⑲ 代 理 人 弁 理 士 井 桁 貞 一

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

反射形光増幅器

## 2. 特許請求の範囲

偏光した光(P)を偏光ビームスプリッタ(1)に入力し、該偏光した光出力を、ファラデー回転子(2)を通過させて45度偏光方向を回転させ、入力端に無反射膜(4)を、終端に反射膜(5)を設けたレーザ媒質(3)に入射し増幅させ該反射膜(5)にて反射して該入力端より出射する光を、該ファラデー回転子(2)に再度入射して通過させ更に45度偏光方向を回転させ、入射光波(P)の偏波面に対して90度偏光方向の異なる偏光とし、該偏光ビームスプリッタ(1)に再度入射させ、反射光を出力光(S)とすることを特徴とする反射形光増幅器。

## 3. 発明の詳細な説明

## (概要)

光増幅器において、必要な光出力を増大出来、且つ高価な光アイソレータを不要にし低雑音化が出来又製作を容易にする為に、偏光した光を偏光ビームスプリッタに入力し、該偏光した光出力を、ファラデー回転子を通過させて45度偏光方向を回転させ、入力端に無反射膜を、終端に反射膜を設けたレーザ媒質に入射し増幅させ該反射膜にて反射して該入力端より出射する光を、該ファラデー回転子に再度入射して通過させ更に45度偏光方向を回転させ、入射光波と90度偏光方向の異なる偏光の光とし、該偏光ビームスプリッタに再度入射させ、反射光を出力光とするようにしたものである。

## (産業上の利用分野)

本発明は、コヒーレント光通信における光直接中継、光送信出力の増幅、局部発振器出力の増幅等に用いられる反射形光増幅器に関する。

光増幅器としては、必要な光出力を増大出来、

且つ高価な光アイソレータを不要にし低雑音化が出来又製作を容易に出来るものの提供が望まれている。

(従来の技術と発明が解決しようとする問題点)  
以下従来例を図を用いて説明する。

第7図は従来例の光増幅器のブロック図である。従来例の光増幅器は、第7図に示す如く、光アイソレータ50及び半導体レーザ51の構成としている。

この場合、半導体レーザ51は、光増幅器とする為に、勿論バイアスは自己発振しないレベルにし、光入力端及び光出力端は夫々無反射膜52、53としている。

この場合、該半導体レーザ51に入射した光Sは増幅されるが入力側及び出力側に光A、Bとして出射する。又光の入射時に生ずる残留反射光sも入力側に出射するので、不要な入力側への光A、光sをアイソレートする為に入力側には光アイソレータ50を設けねばならない。

(問題点を解決するための手段)

第1図は本発明の原理ブロック図である。

偏光した光Pを偏光ビームスプリッタ1に入力し、光出力を、ファラデー回転子2を通過させて45度偏光方向を回転させる。該45度偏光方向を回転させた光を、入力端に無反射膜4を、終端に反射膜5を設けたレーザ媒質3に入射し増幅させ該反射膜5にて反射して該入力端より出射する光を、該ファラデー回転子2に再度入射して通過させ更に45度偏光方向を回転させ、入射光波Pの偏波面に対し90度偏光方向の異なる偏光の光とする。

該入射光波Pと90度偏光方向の異なる偏光の光を、該偏光ビームスプリッタ1に再度入射させ、反射光を出力光Sとして反射形光増幅器を構成している。

(作用)

本発明によれば、レーザ媒質3にて誘導放出さ

光アイソレータ50としては、入力光Sと光Aとの比は60dBは必要なので高価な光アイソレータを2~3個(1個ではアイソレーションは20~30dBしかとれない)用いている。又無反射膜52、53としては残留反射率が $10^{-4}$ 程度のものが必要とされているが、この値のものを得るのには、下記の文献の14頁に述べられているように困難である。

T. Saitou et al., TENTH IEEE INTERNATIONAL SEMICONDUCTOR LASER CONFERENCE October 14-17, 1986, PD-5 PP14-15, at KANAZAWA, JAPAN

従って、従来は光増幅器を制作するのが困難で、出来ても高価な光アイソレータ50が必要で高価になり、又光出力も小さく、光アイソレータ50と半導体レーザ51の光不整合(不用反射光)の為、雑音が発生し低雑音化が出来ず例えば局部発振器出力の増幅等が出来ない問題点がある。

れる光は全部反射膜5にて反射し又残留反射光sも含めて入力端より出力光となって出力される。従って従来の場合より出力光は約2倍にはなり増幅器の低雑音化が可能となる。

又、レーザ媒質3内部で往復して誘導放出され、内部で強く相互作用(入力光との)されるため、高価な高性能アイソレータは不用となる。

尚又残留反射光sも光出力に組み入れられるので、無反射膜4は残留反射率が $10^{-4}$ 程良いものでなくともよく制作も容易になる。

(実施例)

以下本発明の実施例に付き図に従って説明する。

第2図は本発明の実施例のブロック図、第3図は第2図のレーザ媒質の詳細を示す図である。第2図では、例えばP偏光波の光を偏光ビームスプリッタ1に入力し、P偏光の光出力を、ファラデー回転子2を通過させて45度偏光方向を回転させ、偏光子6に入力し、入力する光波の、伝送系からの反射光波による影響を低減し、楕円偏光

の少ない即ち雑音の少ない光波とし、レーザ媒質3に輸入し、増幅させ、増幅した出射光を、又偏光子6にて偏光の少ない即ち雑音の少ない光波とし、ファラデー回転子2にて更に45度偏光方向を回転させ、入射光波と90度偏光方向の異なるS偏光の波とし、偏光ビームスプリッタ1にて反射させ反射光を出力光としている。

この場合のレーザ媒質3は、1例としては、第3図(A)(B)に示す如く、通常のレーザ又は分布帰還形レーザの導波路層の入力端に無反射膜4を設け、終端には反射膜5を設け、入力光を誘導放出効果にて増幅した光を全部反射膜5にて反射させ残留反射光sも含め入力端より出射させこれを出力光としている。

又他の例としては(C)に示す如く、レーザ媒質3の入力端に無反射膜4を設け、終端には反射膜5を設け、更に、InGaAsP活性層7の下部のInGaAsP導波路層8に、増幅する光の中心周波数のレーザ媒質内における波長 $\lambda$ の $1/4$ の周期 $\Lambda$ にて屈折率に下式(1)に示す如きゆら

ぎを与える回折格子29を設けるようにしてもよい。

$$n_1 = n_0 + \Delta n \cos \{ (2\pi Z) / \Lambda \} \cdots (1)$$

但し $n_0$ 、 $n$ は屈折率、 $\Delta$ は定数、 $Z$ は回折格子9の長さである。

即ち、屈折率 $n_1$ としては、屈折率 $n_0$ に $\Delta n \cos \{ (2\pi Z) / \Lambda \}$ の値を加えることで周期 $\Lambda$ のゆらぎを与えるようにしている。このようにすると、屈折率のゆらぎの周期 $\Lambda = \lambda / 4$ である為に、分布帰還形レーザの場合周期を $\lambda / 2$ として発振させたときと異なり、内部発振動作を抑制するので、不要な雑音スペクトラムの発生を抑圧出来低雑音増幅が可能となる。

何れの場合も、誘導放出した全部の光及び光の入射時に生ずる残留反射光sも光出力となるので、出力光は増大し量子効率も格段に向上し、低雑音化が出来、又安価な偏光ビームスプリッタ1とファラデー回転子2にてアイソレータの役目をしているので高価な光アイソレータは不要になり又無反射膜4の残留反射率も $10^{-4}$ 程良いものでなくと

もよく製作も容易になる。

尚又(A)(B)(C)の場合も、レーザ媒質にはバイアスは発振しないレベルとするのは当然である。

第4図は本発明の他の実施例のブロック図である。

第4図の場合は、第2図に示すレーザ媒質3の反射膜5を例えば90%反射膜とし、減れた光出力を、光検波器10にて検波し、この検波した信号を制御系サーボ11に供給し、制御系サーボ11にて偏光制御器12を制御するようにすることで伝送路を通過してきた入力光を完全なP偏光波にする為のループを作つたものである。

この場合光検波器10にて検波することにより入力光の中の信号を取れ出すことも出来る。

又反射膜5を波長選択性のある反射膜とすれば、この反射膜を介して変調信号を入力することが出来、送信されてきた信号に重畳する形で送信することも出来る。この場合の変調は送信されてきた信号と歩調を合わせた形にすることになる。

送信されてきた信号が比較的浅いAM変調波ならば、レーザ媒質3内のキャリア数を注入電流の変化で制御し、光PSK変調を容易に行うことが出来る。

又送信信号がPSK波である場合は、上記とは逆に注入電流の制御でAM変調をかけることが可能である。

又送信波がPSK波でも、変調周波数を1桁以上違えることでPSK波に更にPSK変調をかけることも可能である。

無論これ等の場合、同時に光増幅を行うことが出来る。

本発明の反射形光増幅器はコヒーレント光通信における光直接中継、光送信出力の増幅、局部発振器出力の増幅等に用いられる以外に下記応用例に示す場合等にも利用出来る。

第5図は本発明の応用例の多中継局リングネットワークのブロック図である。

第5図は上記説明の反射形光増幅器を用いて多中継局リングネットワークを構成したもので、2

0～24, 27～31は光中継器として使用した反射形光増幅器で、25, 26, 33, 32は第4図の場合に説明したレーザ媒質3の反射膜を、例えば90%程度のものを使用することで、ここから洩れる光信号を取り出し、信号出力を得ると共に光中継増幅をするようにした反射形光増幅器で、送信局40～42の送信した信号を反射形光増幅器25, 26, 33, 32にて受信出来るようにした例である。

第6図は本発明の応用例のコヒーレント光通信用光ヘテロダイン検波方式のブロック図である。

第6図の場合は、レーザ媒質3の反射膜を例えば90%程度のものを使用することで、ここからモニタ光出力を取り出せるようにした反射形光増幅器15の、光入力端子に、(A)に示す如き周波数 $f_{01}, f_{02}, f_{03}, f_{04}, \dots$ の変調信号を含んでいる場合、例えば周波数 $f_{04}$ の信号を光ヘテロダイン検波方式で取り出す場合に適用した例を示したもので、この場合は局発レーザ17より(B)に示す如き周波数 $f_{04}$ より中間周波数 $f_{17}$ だ

けずれた周波数 $f_{17}$ の光を出力させ、光合成器16にて合成し、 $f_{04} + f_{17}$ の信号を出力させ、光検波器18にて $f_{04} \pm f_{17}$ の信号を作らせ、中間周波数 $f_{17} = f_{04} - f_{17}$ の信号を選択するようになれば、ヘテロダイン検波方式で周波数 $f_{04}$ の信号を取り出すことが出来る。

#### (発明の効果)

以上詳細に説明せる如く本発明によれば、高価な光アイソレータが不要になり安価で、必要な光出力を増大出来、低雑音で製作の容易な反射形光増幅器が得られる効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

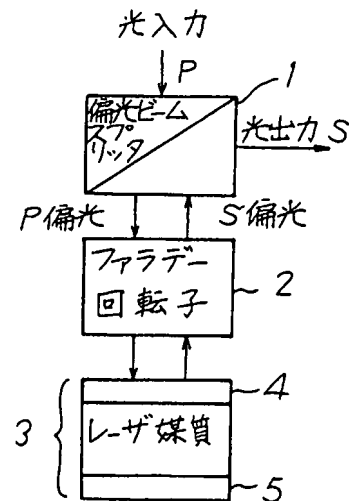
第1図は本発明の原理ブロック図、  
第2図は本発明の実施例のブロック図、  
第3図は第2図のレーザ媒質の詳細を示す図、  
第4図は本発明の他の実施例のブロック図、  
第5図は本発明の応用例の多中継局リングネットワークのブロック図、

第6図は本発明の応用例のコヒーレント光通信用光ヘテロダイン検波方式のブロック図、

第7図は従来例の光増幅器のブロック図である。

図において、

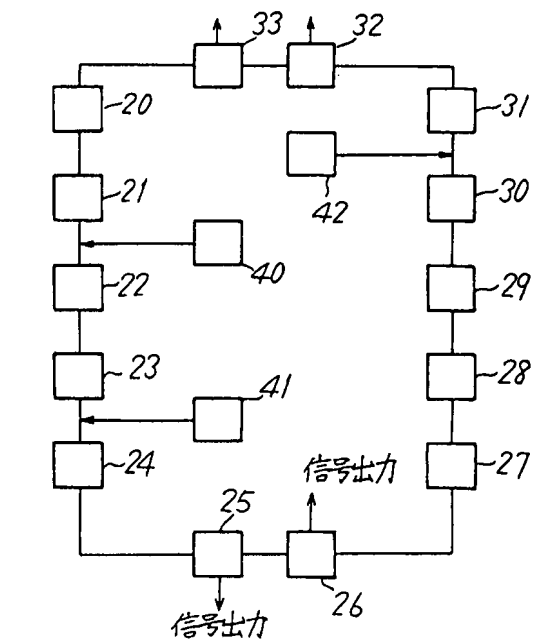
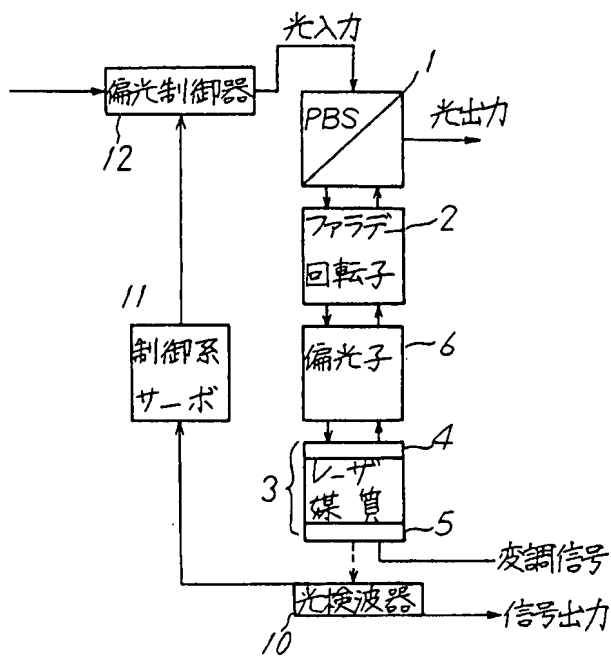
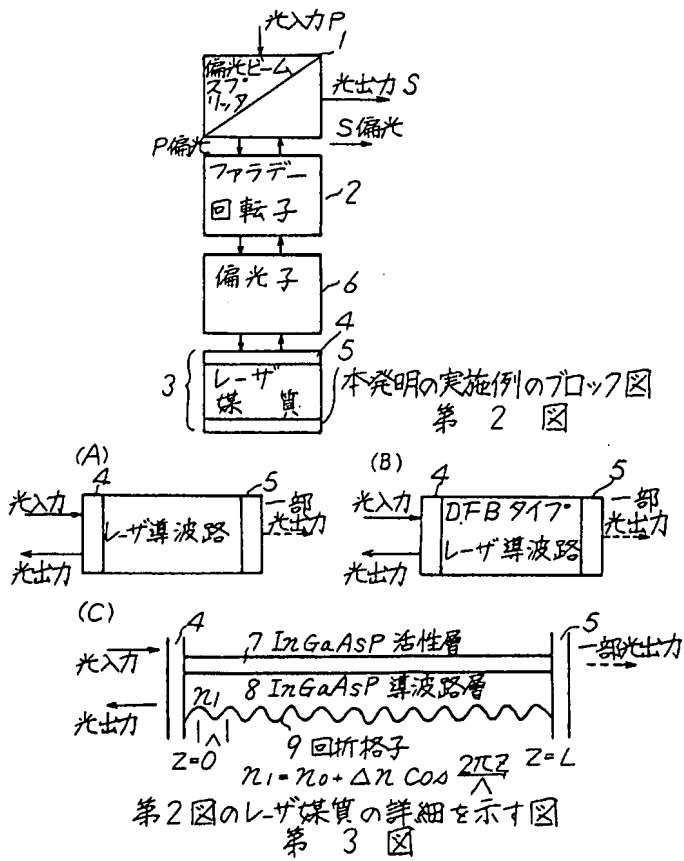
- 1は偏光ビームスプリッタ、
- 2はファラデー回転子、
- 3はレーザ媒質、
- 4は無反射膜、
- 5は反射膜、
- 6は偏光子、
- 7はInGaAsP活性層、
- 8はInGaAsP導波路層、
- 9は回折格子、
- 10は光検波器、
- 11は制御系サーボ、
- 12は偏光制御器、
- 15は反射形光増幅器を示す。

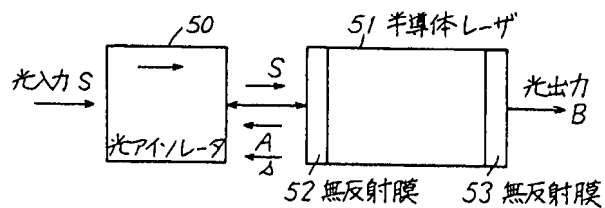
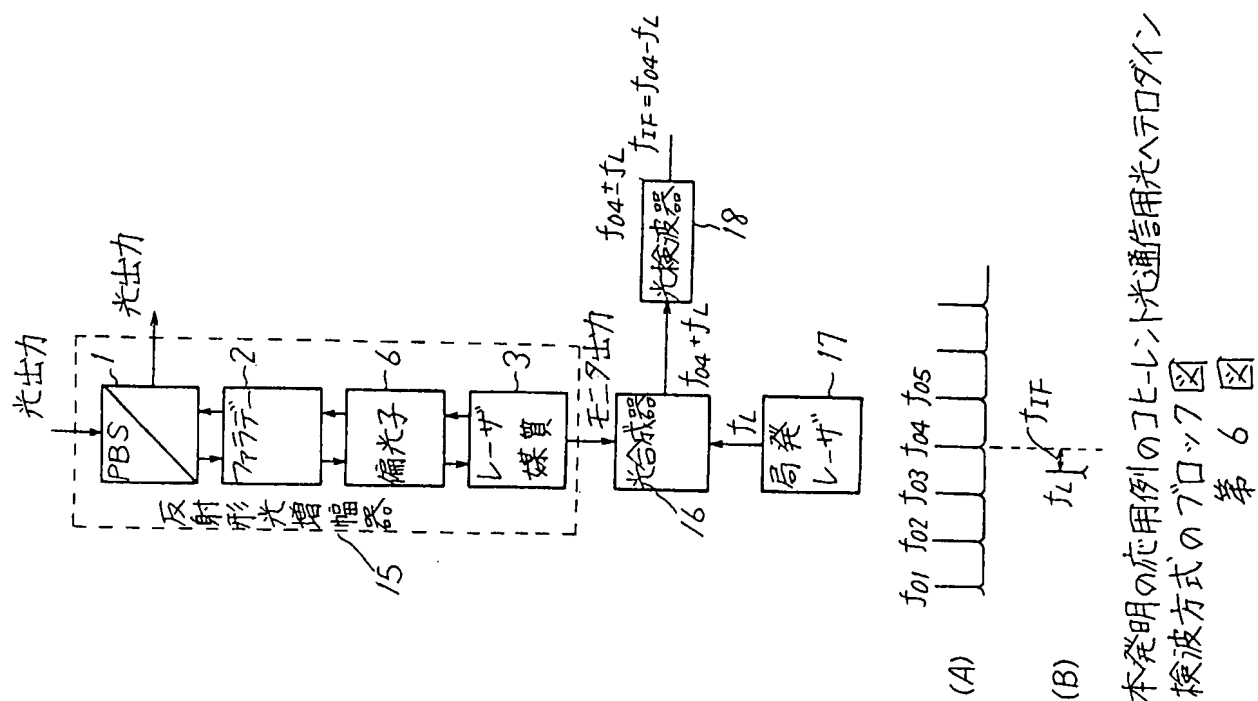


本発明の原理ブロック図  
第1図

代理人 弁理士 井 裕 貞 一







従来例の光増幅器のブロック図

第 7 図